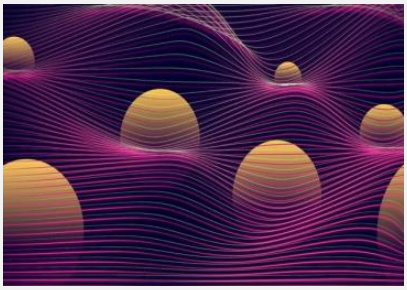

یکشنبه 31 اردیبهشت 1402 - 08:57

درک انحنای فضا-زمان و گرانش کوانتومی با شبیه‌ساز کوانتومی

یک مطالعه جدید که توسط دانشمندانی در وین اتریش انجام شده است از امواج صوتی در ابرهای اتمی برای درک رفتار ذرات کوانتومی در فضا-زمان استفاده می‌کند.

یک مطالعه جدید که توسط دانشمندانی در وین اتریش انجام شده است از امواج صوتی در ابرهای اتمی برای درک رفتار ذرات کوانتومی در فضا-زمان استفاده می کند.

به گزارش ایسنا و به نقل از فیز، مکانیک کوانتومی و نظریه نسبیت از ارکان فیزیک مدرن هستند. مکانیک کوانتومی همه پدیده ها و رفتار ذرات را در کوچکترین مقیاس توضیح می دهد، در حالی که نسبیت در انتهای دیگر طیف قرار دارد و ساختارهای کیهانی را در بزرگترین مقیاس توضیح می دهد.

با این حال، ترکیب این دو نظریه برای رسیدن به یک نظریه کوانتومی واحد از گرانش، دهه هاست که فیزیکدانان را مشغول کرده است.

اکنون گروهی از دانشمندان دانشگاه TU Wien در شهر وین اتریش از یک شبیه ساز کوانتومی برای مطالعه اثرات انحنای فضا-زمان استفاده کرده اند.

این شبیه ساز به دانشمندان اجازه می دهد تا یک سامانه مدل شبیه ذرات کوانتومی در فضا-زمان منحنی ایجاد کنند و جنبه های هر دو نظریه را با هم ترکیب کنند.

نحوه کمک یک سامانه مدل به درک ذرات کوانتومی در فضا-زمان

دانشمندان برای این مطالعه، سرعت صوت را در ابرهای اتمی فوق سرد که توسط میدان های الکترومغناطیسی کنترل می شوند، بررسی کردند.

ممکن است تعجب کنید که چگونه مطالعه سرعت صوت به ما در درک ذرات کوانتومی در فضا-زمان کمک می کند. پاسخ در این واقعیت نهفته است که بسیاری از سامانه های فیزیکی، مشابه هستند. این به این دلیل است که همه سامانه ها از قوانین و معادلات علمی یکسانی پیروی می کنند.

نور در خلاء با سرعت ثابتی در مسیری به نام «مخروط نوری» حرکت می کند. با این حال، هنگامی که نور از نزدیک اجرام سنگین مانند سیارات و ستارگان عبور می کند، مسیر آن یا مخروط نوری خم می شود. نور خم شده باعث می شود که اجرام پس زمینه بزرگ شوند و به صورت حلقه ای در اطراف جرم مورد مشاهده ظاهر شوند که این موضوع به عنوان «همگرایی گرانشی» شناخته می شود.

در نظریه نسبیت خاص، مخروط نوری به توصیف ظاهری انتشار نور در نمودار فضا-زمان اطلاق می شود. این مخروط در صورتی به شکل سه بعدی ترسیم می شود که ما شکل انتشار موج را بر روی محور افقی(طول ها و عرض ها) دو بعدی در نظر بگیریم و محور عمودی را متشکل از زمان بدانیم.

بر اساس قانون ماکسول، سرعت نور همواره ثابت و مستقل از سرعت منبع نور است که این مسئله با اندازه گیری های دقیق اثبات شده است. پس اگر موجی از نور در لحظه و مکان به خصوصی منتشر شود، همچنان که زمان می گذرد مانند کره ای نورانی با سرعت نور گسترش پیدا می کند که اندازه و وضعیت آن مستقل از سرعت جسم است. بعد از گذشت یک میلیونیم ثانیه، گسترش شعاع نور، کره ای به شعاع ۳۰۰ متر ایجاد خواهد کرد و به همین ترتیب بعد از گذشت دو میلیونیم ثانیه، شعاع این کره به دو برابر مقدار قبل خواهد رسید و به همین ترتیب این مقدار افزایش پیدا می کند.

به طور مثال، این واقعه شبیه گسترش امواجی است که بر اثر برخورد سنگی با سطح آب به وجود می آید. این امواج به شکل دایره هایی ظاهر می شوند که با گذشتن زمان بر شعاع آنها افزوده می شود. اگر مجموعه ای از تصاویر امواج در حال گسترش را به ترتیب زمانی روی هم قرار دهیم، مخروطی سه بعدی تشکیل می شود که محور افقی آن را مختصات طولی و عرضی دایره ها

تشکیل می دهند و محور عمودی آن متشکل از زمان است. در نتیجه رأس این مخروط، لحظه برخورد سنگ با سطح آب است.

به همین نحو، گسترش شعاع های نور بر اثر یک رویداد، مخروطی سه بعدی در دستگاه چهار بعدی فضا-زمان رسم می کند که به آن مخروط نوری آینده رویداد می گویند. به همین ترتیب، قادر به رسم مخروط دیگری خواهیم بود که مجموعه رویدادهایی است که توسط آنها نور می تواند به یک رویداد معین برسد و این مخروط، مخروط نوری گذشته رویداد نام دارد.

همگرایی گرانشی نیز هنگامی روی می دهد که نور یک چشمه درخشان بسیار دور(مانند یک اختروش) در مسیرش تا رصدگر، از کنار جسم پرجرم دیگری(مانند یک خوشه کهکشانی) بگذرد و مسیرش خمیده شود. جسم میانی، همگرایی یا عدسی گرانشی نامیده می شود. این پدیده یکی از پیش بینی های نظریه نسبیت عام اینشتین است.

براساس نسبیت عام، جرم می تواند فضا-زمان را خمیده کند و در نتیجه یک میدان گرانشی بسازد که می تواند نور را منحرف کند. این پدیده را نخستین بار آرتور ادینگتون در سال ۱۹۱۹ در جریان یک خورشیدگرفتگی آزمود که در آن نور ستاره ای که از نزدیک خورشید می گذشت، کمی خم شد و در نتیجه مکان ظاهری ستاره کمی جابه جا شد.

با همگرایی گرانشی می توان اطلاعاتی درباره جسم میانی(عدسی) از جمله جرم آن به دست آورد.

بنابراین، دانشمندان در این مطالعه جدید، خواص ابرهای اتمی را طوری تنظیم کردند که خواص آنها مشابه ذرات کوانتومی باشد.

دانشمندان با مشاهده سرعت صوت در ابرهای اتمی، مشابه با سرعت نور در فضا-زمان می توانند پدیده هایی مانند مخروط های خمیده نور، اثرات همگرایی گرانشی و بازتاب ها را در شبیه ساز کوانتومی مشاهده کنند.

این برای نظریه کوانتومی گرانش چه معنایی دارد؟

یافته های حاصل از مطالعه شبیه ساز کوانتومی، دیدگاه تازه ای را در مورد نظریه کوانتومی گرانش ارائه می کند و چگونگی رفتار ذرات کوانتومی در فضا-زمان منحنی را روشن می کند و این توانایی را به ما می دهد تا تعامل بین نسبیت و مکانیک کوانتومی را در یک محیط قابل دسترسی تر و کنترل شده تر بررسی کنیم.

در حالی که شبیه ساز کوانتومی به طور مستقیم، پیچیدگی کامل گرانش کوانتومی را شبیه سازی نمی کند، اما به عنوان یک ابزار ارزشمند برای مطالعه جنبه های خاص و به دست آوردن درک عمیق تر از اصول اساسی درگیر در این فرآیند عمل می کند.

این مطالعه راه های جدیدی را به روی فیزیکدانان باز می کند تا نظریه های میدان کوانتومی در فضا-زمان را کشف کنند و ما را به درک نیروهای بنیادی موجود در جهان نزدیک تر می کند.

این مطالعه در مجله Proceedings of the National Academy of Sciences منتشر شده است.